

P010627US (1)

JC879 U.S. PRO
10/074226
02/14/02

日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2001年 2月 14 日

出願番号

Application Number: 特願 2001-036638

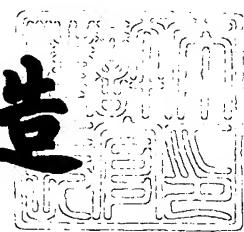
出願人

Applicant(s): 日本ビクター株式会社

2001年12月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特 2001-3111841

【書類名】 特許願

【整理番号】 412001210

【提出日】 平成13年 2月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 26/08

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本
ビクター株式会社内

【氏名】 奥村 実紀雄

【特許出願人】

【識別番号】 000004329

【氏名又は名称】 日本ビクター株式会社

【代表者】 守隨 武雄

【電話番号】 045-450-2423

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003654

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光偏向器及びその駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

平板なミラーと、このミラーの外縁に一端を接続した細長い支持ビームと、この支持ビームの表面の上下位置に備えられ、この支持ビームに上下方向の反り変形を生じさせる駆動手段と、を有した光偏向器であって、

前記支持ビームは、前記ミラーの外縁に沿って備えられていることを特徴とする光偏向器。

【請求項2】

前記支持ビームは、前記ミラーと同一平面内で、その外縁の周回方向に沿って備えられ、

前記駆動手段は、この周回方向に4等分割して得られる前記支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項1記載の光偏向器。

【請求項3】

前記支持ビームは、2本の同一形状の第1及び第2支持ビームからなり、これらの支持ビームが前記ミラーと同一平面内で、その外縁に沿い、かつ互いに180°ずらして備えられ、

前記駆動手段は、この周回方向に2等分割して得られる前記第1及び前記第2の支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項1記載の光偏向器。

【請求項4】

前記支持ビームは、4本の同一形状の第1乃至第4の支持ビームからなり、これらの支持ビームが前記ミラーと同一平面内で、その外縁に沿い、かつ互いに90°ずらし、1/4周ずつずらして備えられ、

前記駆動手段は、この周回方向に4等分割して得られる前記第1乃至前記第4の支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項1記載の光偏向器。

【請求項5】

請求項1乃至4に記載の光偏向器を用い、

前記ミラーの中心に対して互いに対称に位置する前記駆動手段に与える印加電界が共にゼロおよび／または逆極性となるようにし、かつその絶対値が等しくなるように制御駆動することを特徴とする光偏向器の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ミラーを傾斜させて光偏向を行う光偏向器及びその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

光情報通信分野において、複数の光ファイバー間を必要に応じて光路の切り替えをするクロスコネクト用スイッチとして光偏向器を適用したものがある。この場合、光偏向器は光ファイバーの数だけマトリクス状に配置される。

クロスコネクト用の光偏向器には、小型で偏向角が大きく高速スイッチング性が要求される。かかる要求に応えた光偏向器として特開平8-320441号公報に開示されたミラー偏向器がある。

【0003】

当該ミラー偏向器は、図9に示しようにミラー部91と、このミラー部91を一端で保持すると共に当該ミラー部91に偏向動作を付勢する圧電素子部92と、この圧電素子部92の他端部を固定する固定基板93とを備えている。

圧電素子部92は同一長さで同一形状の四本の圧電素子92a、92b、92c、92dにより構成されている。そして、この四本の圧電素子92a、92b、92c、92dは、各々の圧電素子の伸縮方向に平行な側面のうちの二面を互いに異なる他の圧電素子の側面とループ状に接続し一体化されて全体的に柱状構造に形成されている。

【0004】

この従来技術になる光偏向器は次のように動作する。

圧電素子92a、92bへの印加電圧を圧電素子92c、92dへの印加電圧より大きくすると、ミラー部91は同図のθ方向に偏向する。また、圧電素子92a、92dへの印加電圧を圧電素子92b、92cへの印加電圧より大きくすると、ミラー部91はψ方向へ偏向する。このように、圧電素子92a、92b、92c、92dへの印加電圧を制御することにより、ミラー部91はθ、ψ方向の偏向が可能となる。

【0005】

上記の光偏向器は、駆動点がミラーの中心部に集約されているので、ミラー偏向角を大きくすることができ、また高速なミラー偏向駆動が可能になるという特徴を有する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の従来技術による光偏向器は、バルク型の光偏向器であるため、小型化が困難であり、光偏向器をマトリクス状に稠密に配列して形成することが困難である。

本発明は、懸かる問題を解決するためになされたものであり、マイクロマシニング技術を用いて作製することができる、小型で且つ少ないエネルギーでもって大きな偏向角の得られる光偏向器及びその駆動方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明における第1の発明は、平板なミラーと、このミラーの外縁に一端を接続した細長い支持ビームと、この支持ビームの表面の上下位置に備えられ、この支持ビームに上下方向の反り変形を生じさせる駆動手段と、を有した光偏向器であって、前記支持ビームは、前記ミラーの外縁に沿って備えられていることを特徴とする光偏向器を提供する。

第2の発明は、前記支持ビームは、前記ミラーと同一平面内で、その外縁の周回方向に沿って備えられ、前記駆動手段は、この周回方向に4等分割して得られる前記支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項1

記載の光偏向器を提供する。

第3の発明は、前記支持ビームは、2本の同一形状の第1及び第2支持ビームからなり、これらの支持ビームが前記ミラーと同一平面内で、その外縁に沿い、かつ互いに180°ずらして備えられ、前記駆動手段は、この周回方向に2等分割して得られる前記第1及び前記第2の支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項1記載の光偏向器を提供する。

第4の発明は、前記支持ビームは、4本の同一形状の第1乃至第4の支持ビームからなり、これらの支持ビームが前記ミラーと同一平面内で、その外縁に沿い、かつ互いに90°ずらし、1/4周ずつずらして備えられ、前記駆動手段は、この周回方向に4等分割して得られる前記第1乃至前記第4の支持ビームの領域のいずれにも備えられていることを特徴とする請求項1記載の光偏向器を提供する。

第5の発明は、請求項1乃至4に記載の光偏向器を用い、前記ミラーの中心に對して互いに對称に位置する前記駆動手段に与える印加電界が共にゼロおよび/または逆極性となるようにし、かつその絶対値が等しくなるように制御駆動することを特徴とする光偏向器の駆動方法を提供する。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図を参照して説明する。

図1は本発明の光偏向器の第1実施形態を示した概略斜視図である。

図1において、1は光偏向器であり、円盤状のミラー2と、板状の細長い支持ビーム3と、枠部4とを有し、支持ビーム3はミラー2と同一平面内であって、その外縁に沿って周回（図1では1周）して備えられ、その一端をミラー2の端部2aにおいて接続してこれを支持するとともに、他端を枠部4の接続部4aにおいて接続して保持されている。

【0009】

また、ミラー2の中心Oとミラー2の端部2aと結ぶ方向をX軸、中心Oを通りミラー2の面内でX軸に直交する方向をY軸としたとき、X軸及びY軸がミラー2の面を4分割して得られる第1象限に対応した支持ビーム3の表面領域3a

には駆動手段 5 a が、第2象限に対応した支持ビーム 3 の表面領域 3 b には駆動手段 5 b が、第3象限に対応した支持ビーム 3 の表面領域 3 c には駆動手段 5 c が、また、第4象限に対応した支持ビーム 3 の表面領域 3 d には、駆動手段 5 d が備えられている。なお、ミラー 2 の法線方向が Z 軸となる。

【0010】

ここで、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d は、図 2 に示すように、正負電界の印加によって伸縮する圧電薄膜 5 1 を表裏面から電極 5 2 と電極 5 3 で挟持した構成を有しており、略同一の変形特性を呈するものである。また、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d に制御電圧を供給する図示せぬ配線は、支持ビーム 3 の表面に沿って備えられている。

上記構成を有する本発明の第1実施形態に係る光偏光器 1 は、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d を適当に制御することにより、支持ビーム 3 の所定領域にミラー 2 の法線方向への反り変形を生成させて、ミラー 2 に回転動作を生じさせるようにしたものである。

【0011】

次に、本発明の第1実施形態に係る光偏向器の動作を、図 3 及び図 4 を参照して説明する。

図 3 は、本発明の光偏向器で偏向された光の投影領域を示したものであり、ここでは説明の便宜上 8 角形で示している。また、図 4 は、図 3 における投影位置とそのときの各駆動手段の駆動状態を示した図である。

図 3 において、0 と 1 を結ぶ軸（または、0 と 5 を結ぶ軸）は X 軸を示し、点 0 点から点 1 を結ぶ方向は、+X 方向を示す。また、0 と 3 を結ぶ軸（または、0 と 7 を結ぶ軸）は Y 軸を示し、点 0 から点 3 を結ぶ方向は、+Y 方向を示す。

そして、上記 X 方向、Y 方向は共に図 1 における光偏光器 1 の X 方向、Y 方向と対応している。

【0012】

図 4 において、+1 の表示は、駆動手段 5 a、5 b、5 c、5 d に対して正の印加電界が与えられたことを示し、かつ圧電薄膜 5 1 が最大伸び変形を生成していることを示している。このとき、支持ビーム 3 の対応領域はその表面に駆動手

段を備えているため、バイメタルと同様の効果により裏面（-Z）方向への反り変形を呈することとなる。また、-1の表示は、駆動手段5a、5b、5c、5dに対して負の印加電界が与えられたことを示し、かつ圧電薄膜51が最大縮み変形を生成していることを示している。このとき、支持ビーム3の対応領域は上記とは逆に表面（+Z）方向への反り変形を呈することとなる。また、0は印加電界が与えられておらず、支持ビーム3の対応領域はなんら変形していない状態を示している。

【0013】

本発明の第1実施形態に係る光偏向器は、支持ビーム3の4箇所の表面領域に備えた駆動手段5a、5b、5c、5dを所定のルールに基づいて制御することにより、任意に傾斜軸を生成させ任意の方向への光偏向を可能にしたものである。

これについては、例えば、米国ANSYS社の解析ソフトANSYSを用いた圧電-構造連成解析法により確認することができる。

【0014】

以下、上記解析結果を基に、本発明の第1実施形態に係る光偏光器の動作について図1、図3及び図4を用いて詳細に説明する。

先ず、図3において、光を中心0から点1に偏向する場合を説明する。この場合、図4に示すように、駆動手段5a、5bは+1（伸び変形）、駆動手段5c、5dは-1（縮み変形）で駆動される。このとき、駆動手段5a、5bに対応する支持ビーム3の領域3a、3bは裏面（-Z）方向への反り変形を生成するため支持ビーム3の点hは-Z値をとる。また、駆動手段5c、5dに対応する支持ビーム3の領域3c、3dは表面（+Z）方向への反り変形を生成するため、支持ビーム3の点fは+Z値をとることになる。

【0015】

その結果、図1に示す支持ビーム3の点f近傍部が最上点となり点h近傍部が最下点となるため、ミラー2は図1のY軸を中心として回転し、反射面を+X方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点1方向に偏向されることになる。

なお、支持ビーム3における上記最上点および最下点の位置は、厳密言えばそれぞれ点f、点hではなく駆動手段が配設された領域内に若干ずれているが、動作原理の理解を容易にするために、ここでは最上点および最下点をそれぞれ点f、点hと記した。以下、同様に取り扱って説明する。

【0016】

次に、図3において、光を中心0から点2に偏向する場合には、駆動手段5bは+1（伸び変形）、駆動手段5dは-1（縮み変形）、また、駆動手段5a、5cは0（変形なし）で駆動される。このとき、駆動手段5bに対応する支持ビーム3の領域3bは裏面（-Z）方向への反り変形を、また、駆動手段5dに対応する支持ビーム3の領域3dは表面（+Z）方向への反り変形を生成する。また、駆動手段5a、5cに対応する支持ビーム3の領域3a、3cはなんら変形しない。

【0017】

より具体的には、支持ビーム3の領域3dが+Z方向に反るため点eは+Z値をとり、領域3cは変形しないから点fは点eと略同じ+Z値を維持し、また領域3bが点fを支点として-Z方向に反るため点gは-Z値をとり、領域5aは変形しないから点hは点gと略同じ-Z値を維持することとなる。その結果、ミラー2は図1の-45°軸を中心として回転し、第1象限方向に反射面を向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点2の方向に偏向されることになる。

【0018】

また、図3において、光を中心0から点3に偏向する場合には、駆動手段5b、5cは+1（伸び変形）、駆動手段5a、5dは-1（縮み変形）で駆動される。このとき、駆動手段5b、5cに対応する支持ビーム3の領域3b、3cは裏面（-Z）方向への反り変形を、駆動手段5a、5dに対応する支持ビーム3の領域3a、3dは表面（+Z）方向への反り変形を生成する。

【0019】

より具体的には、支持ビーム3の領域3dは+Z方向に反るため点eは+Z値をとり、領域5cは点eを支点として-Z方向に反るため点fは略ゼロレベルの

位置となる。また、領域3 bは点fを支点として-Z方向にそるため点gは-Z値をとる。そして、領域3 aは点gを支点として+Z方向に反るため点hは略ゼロレベルの位置になる。この結果、点e近傍部が最上点で点g近傍部が最下点となり、ミラー2は図1のX軸を中心として回転し反射面を+Y方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点3の方向に偏向されることになる。

【0020】

さらにまた、図3において、光を中心0から点4に偏向する場合には、駆動手段5 b、5 dは0（変形なし）、駆動手段5 aは-1（縮み変形）、駆動手段5 cは+1（伸び変形）で駆動される。この場合、駆動手段5 aに対応する支持ビーム3の領域3 aは表面(+Z)方向への反り変形を、駆動手段5 cに対応する支持ビーム3の領域3 cは裏面(-Z)方向への反り変形を生成する。また、駆動手段5 b、5 dに対応する支持ビーム3の領域3 b、3 dは変形しない。

【0021】

より具体的には、支持ビーム3の領域3 dは変形しないから点eは略ゼロレベルの位置にあり、領域3 cは点eを支点に-Z方向に反るため点fは-Z値をとり、領域3 bは変形しないから点gは点fの-Z値を維持する。また、領域3 aは+Z方向に反るため点hは+Z値をとる。その結果、ミラー2は図1の+45°軸を中心として回転し、第2象限方向に反射面に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点4の方向に偏向されることになる。

【0022】

また、図3の点5、点6、点7、点8方向への光の偏向は、上記点1、点2、点3、点4方向への偏向における制御と逆位相の制御により達成できる。

以上詳述したように、各駆動手段5 a、5 b、5 c、5 dに対して図4に示す制御を行うことにより、光を図3の8点方向に偏向することが可能となる。

さらに、各駆動手段5 a、5 b、5 c、5 dの変形量を適当に制御すれば、図3の8角形で示した投影領域内の任意の点に光を偏向させることも可能である。

【0023】

例えば、図3における点1と点2の中間位置への光の偏向は、圧電薄膜5 1の

伸縮変形量を調節制御して、駆動手段5aを+0.5で、また、駆動手段5cを-0.5で駆動すれば可能となる。

【0024】

なお、上記ミラーの回動駆動において注意すべき点は、駆動手段5a、5b、5c、5dに対する印加電界（圧電薄膜51の変形量に比例）が、ミラー2の中心に対して互いに点対称の関係に位置する上記駆動手段5aと5c、及び5bと5dに対しては、共にゼロまたは逆極性となるように与えるとともに、その絶対値が等しくなるようにすることが必要である。このルールを無視した場合には、ミラー2は回転動作を呈するものの、当該ミラー2のZ方向への動きを伴う暴れ現象を生成し、安定した偏向動作をさせることができない。

【0025】

本発明者が解析した第1実施形態の光偏向器のモデルは、支持ビーム及びミラーの材質を15μm厚のポリシリコンとし、ミラー径をφ500μm、支持ビーム幅を300μm、また駆動手段として2μm厚のチタン・ジルコン酸鉛（PZT）圧電薄膜としたものである。この場合、駆動電圧が±5Vのとき、ミラー傾斜角として±2°（光偏向角8°）が確認された。

【0026】

本発明の第1実施形態は、上記したように1本の支持ビームでミラーを支持し、支持ビーム3の4分割領域3a、3b、3c、3dにそれぞれ備えた駆動手段5a、5b、5c、5dの変形量を制御してミラー2を任意の方向に傾斜させることができる2次元走査の光偏向器1である。

ミラー2の回動は1本の支持ビーム3の変形により生成されるために、支持ビーム3にはその変形に抗する反力の発生がなく、それ故、小さなエネルギーで大きなミラー傾斜角を得ることができ高効率な光偏向器1を提供することができる。

【0027】

なお、上記本発明の第1実施形態は、駆動手段5a、5b、5c、5dを支持ビーム3の表面に設けたものであるが、裏面に設けても同様の動作を行わせることができる。但し、この場合には、駆動制御は上述の例とは逆極性で実行される

また、上記の駆動手段は圧電薄膜を用いたものであるが、熱膨張差を利用したり形状記憶合金等のような手段により、支持ビーム3に上下の反り変形を生成させることができるものであれば如何なるものであってもかまわない。

【0028】

次に、本発明の第2実施形態を図3、図5及び図6を参照して説明する。

図5は、本発明の第2実施形態に係る光偏向器の構成を示した概略斜視図である。図1と同一の要素については同一の符号を用いて示す。

図5において、10は光偏向器であり、円盤状のミラー2を2点で支持する2本の板状の細長い支持ビーム11、12と、枠部4により構成される。

上記2本の支持ビーム11、12は、ミラー2と同一平面上にあってその外縁に沿って互いに同方向に半周して備えられ、それぞれその一端を互いに中心対称をなすミラー端部2b、2cに接続してミラー2を支持するとともに、他端を枠部4の接続部4b、4cに接続して保持される。

【0029】

また、支持ビーム11、12は、ミラー端部2b、2cを結ぶ直線(Y軸)と、ミラー中心Oを通りこの直線に直交する他の直線(X軸)によって等分割された4つの表面領域11a、11b、12a、12bにそれぞれ駆動手段13a、13b、14a、14bを備えている。ここで、駆動手段13a、13b、14a、14bは、図2示した駆動手段と同様に圧電薄膜を電極で挟持した構成を有している。

【0030】

次に、本発明の第2実施形態の光偏向器10の動作について説明する。

図6の関係も発明者が解析により見出した結果に基づくものである。なお、本発明の第1実施形態と同様に、図3に示すX方向、Y方向は、図5における光偏向器10のX方向、Y方向と対応している。

【0031】

先ず、図3における点1へ光偏向を行う場合には、駆動手段13a、14aを+1(伸び変形)で、駆動手段13b、14bを-1(縮み変形)で駆動するこ

とにより達成できる。この場合、駆動手段13aに対応する支持ビーム11の領域11aと、駆動手段14aに対応する支持ビーム12の領域12aは裏面（-Z）方向への反り変形を生成し、駆動手段13bに対応する支持ビーム11の領域11bと、駆動手段14bに対応する支持ビーム12の領域12bは表面（+Z）方向への反り変形を生成する。

【0032】

具体的には、領域11aが-Z方向に反るため支持ビーム11の点iは-Z値をとり、領域11bが点iを支点として+Z方向に反るから点jは略ゼロレベルの位置になる。一方、領域12bが+Z方向に反るため支持ビーム12の点kは+Z値をとり、領域12aが点kを支点として-Z方向に反るため点nは略ゼロレベルの位置となる。その結果、点i近傍部が最下点となり、点k近傍部が最上点となるため、ミラー2はY軸を中心に回転し、反射面を+X方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点1の方向に偏向されることになる。

【0033】

また、図3における点2へ光偏向を行う場合には、駆動手段13a、14bを0（変形なし）とし、駆動手段13bを-1（縮み変形）で、駆動手段14aを+1（伸び変形）で駆動することにより達成できる。この場合、駆動手段13bに対応する支持ビーム11の領域11bは表面（+Z）方向への反り変形を生成し、駆動手段14aに対応する支持ビーム12の領域12aは裏面（-Z）方向への反り変形を生成する。また、駆動手段13a、14bに対応する支持ビーム11、12の領域11a、12bは変形しない。

【0034】

従って、支持ビーム11の点iは領域11aが変形しないため略ゼロレベルの位置にあり、領域11bが点iを支点として+Z方向に反るため点jは+Z値をとる。また、支持ビーム12の点kは領域12bが変形しないため略ゼロレベルの位置にあり、領域12aが点kを支点として-Z方向に反るため点nは-Z値をとる。この結果、ミラー2は、X軸に対して-45°をなす方向を中心に回転し、反射面を第1象限方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射

光は点2の方向に偏向されることになる。

【0035】

また、図3における点3へ光偏向を行う場合には、駆動手段13a、13bを-1（縮み変形）で、駆動手段14a、14bを+1（伸び変形）で駆動することにより達成できる。この場合、駆動手段13a、13bに対応する支持ビーム11の領域11a、11bは表面(+Z)方向への反り変形を生成し、駆動手段14a、14bに対応する支持ビーム12の領域12a、12bは裏面(-Z)方向への反り変形を生成する。

【0036】

従って、この場合、支持ビーム11の領域11a、11bが共に+Z方向に反るため、点j近傍部は最上点となる。一方、支持ビーム12の領域12a、12bが共に-Z方向に反るため点n近傍部は最下点となる。その結果、ミラー2はX軸を中心に回転し、反射面を+Y方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点3の方向に偏向されることになる。

【0037】

また、図3における点8へ光偏向を行う場合には、駆動手段13aを+1（伸び変形）で、駆動手段14bを-1（縮み変形）で、駆動手段13b、14aを0（変形なし）で駆動することにより達成できる。この場合、駆動手段13aに対応する支持ビーム11の領域11aは裏面(-Z)方向への反り変形を生成し、駆動手段14bに対応する支持ビーム12の領域12bは表面(+Z)方向への反り変形を生成する。また、駆動手段13b、14aに対応する支持ビーム11、12の領域11b、12aは変形を生成しない。

【0038】

従って、この場合、支持ビーム11の領域11bが-Z方向に反るため、点iは-Z値をとり、領域11bが変形しないため点jは点iと略同じ-Z値となる。一方、支持ビーム12の領域12bが+Z方向に反るため点kは+Z値をとり、領域12bが変形しないため点nは点kと略同じ+Z値となる。その結果、ミラー2は+45°軸を中心に回転し、反射面を第4象限方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点8の方向に偏向されることになる。

【0039】

他の方向への光偏向は、同様にして駆動手段13a、13b、14a、14bの変形をそれぞれ適当に制御することにより達成される。さらに、駆動手段13a、13b、14a、14bの変形量をそれぞれ適当に制御すれば2次元走査領域内の任意の点へ光を偏向することが可能となる。

【0040】

なお、駆動手段13a、13b、14a、14bの制御における注意点は、本発明の第1実施形態の説明と同様であるので、ここでの説明は割愛する。

本発明の第2実施形態の光偏向器は、上述したように、ミラー2の外周に沿ってそれぞれ同方向に半周して備えた2本の支持ビーム11、12でミラー2を支持し、各支持ビーム11、12についてその2等分割領域に電圧制御で伸縮変形動作をなす圧電薄膜51からなる駆動手段13a、13b、14a、14bを備えたものである。

【0041】

狭い領域においても支持ビーム11、12を長く形成することができるので、小さな駆動エネルギーで大きなミラー傾斜角を得ることができ、高効率な光偏向器が提供できる。

本発明の第2実施形態もその駆動手段13a、13b、14a、14bは圧電薄膜51を用いた場合を例に説明したが、本発明の第1実施形態と同様にこれに限定されるものでない。

【0042】

次に、本発明の第3実施形態について図3、図7及び図8を用いて説明する。

図7は、本発明の第3実施形態に係る光偏光器の概略斜視図である。図1と同一の要素については同一の符号を用いて示す。

図7において、20は光偏向器であり、円盤状のミラー2を4点で支持する4本の板状の細長い支持ビーム21、22、23、24と、枠部4により構成される。

【0043】

上記4本の支持ビーム21、22、23、24は、ミラー2と同一平面上にあ

ってその外縁に沿って互いに同方向に1／4周して備えられ、それぞれその一端を互いに90°づつれたミラー端部2a、2b、2c、2dに接続してミラー2を支持するとともに、他端を枠部4の接続部4a、4b、4c、4dに接続して保持される。また、支持ビーム21、22、23、24は、それぞれその表面領域21a、22a、23a、24aにそれぞれ駆動手段25、26、27、28を備えている。ここで、駆動手段25、26、27、28は、図2示した駆動手段と同様に圧電薄膜を電極で挟持した構成を有している。

【0044】

次に、本発明の第3実施形態の動作について説明する。

ここで、上記ミラー2の端部2a、2dを結ぶ直線をX軸とし、端部2b、2cを結ぶ直線をY軸とする。そして、これらX軸、Y軸は図3の座標軸と対応させて以下の説明を行う。また、ミラー2の法線方向をZ軸と設定する。

図8の関係も、発明者が解析により見出した結果に基づくものである。

先ず、図3における点1へ光偏向を行う場合には、駆動手段25を+1（伸び変形）で、駆動手段27を-1（縮み変形）で、また駆動手段26、28は0（変形なし）で駆動することにより達成することができる。

【0045】

この場合、駆動手段25に対応する支持ビーム21の領域21aは裏面（-Z）方向への反り変形を生成するためミラー端部2aは-Z値をとる。また、駆動手段27に対応する支持ビーム23の領域23aは表面（+Z）方向への反り変形を生成するためミラー端部2dは+Z値をとる。一方、駆動手段26、27は変形しないためそれぞれのミラー端部2c、2bは略ゼロレベルにある。その結果、ミラー端部2aが最下点となり、ミラー端部2dが最上点となるため、ミラー2はY軸を中心に回転し、反射面を+X方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点1の方向に偏向されることになる。

【0046】

また、図3における点2へ光偏向を行う場合には、駆動手段25、26を+1（伸び変形）で、駆動手段27、28を-1（縮み変形）で駆動することにより達成できる。この場合、駆動手段25に対応する支持ビーム21の領域21a及

び支持ビーム22の領域22aは裏面(-Z)方向への反り変形を生成するため、ミラー端部2a、2cは-Z値をとる。また、駆動手段27に対応する支持ビーム23の領域23a及び駆動手段28に対応する支持ビーム24の領域24aは、表面(+Z)方向への反り変形を生成するためミラー端部2d、2bは+Z値をとることになる。その結果、ミラー2は-45°軸を中心に回転し、反射面を第1象限方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点2の方向に偏向されることになる。

【0047】

また、図3における点3へ光偏向を行う場合には、駆動手段26を+1(伸び変形)で、駆動手段28を-1(縮み変形)で、また駆動手段25、27は0(変形せず)で駆動することにより達成することができる。この場合、駆動手段26に対応する支持ビーム22の領域22aは、裏面(-Z)方向への反り変形を生成するためミラー端部2cは-Z値をとることになる。また、駆動手段28に対応する支持ビーム24の領域24aは、表面(+Z)方向への反り変形を生成するためミラー端部2bは+Z値をとる。

【0048】

さらにまた、駆動手段25、27にそれぞれ対応した支持ビーム21、23は変形しないからミラー端部2a、2dは略ゼロレベルにある。その結果、ミラー端部2cが最下点となりミラー端部2bが最上点となって、ミラー2はX軸を中心に回転し、反射面を+Y方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点3の方向に偏向されることになる。

【0049】

また、図3における点8へ光偏向を行う場合には、駆動手段25、28を+1(伸び変形)で、駆動手段26、27を-1(縮み変形)で駆動することにより達成することができる。この場合、駆動手段25、28にそれぞれ対応する支持ビーム21の領域21a及び支持ビーム24の領域24aは、裏面(-Z)方向への反り変形を生成するためミラー端部2a、2bは-Z値をとることになる。また、駆動手段26、27にそれぞれ対応する支持ビーム22の領域22a及び支持ビーム23の領域23aは、表面(+Z)方向への反り変形を生成するため

ミラー端部2c、2dは+Z値をとる。

【0050】

その結果、ミラー2は+45°軸を中心に回転し、反射面を第4象限方向に向けて傾斜する。こうして、ミラー2における反射光は点8の方向に偏向されることになる。

他の方向への光偏向は、同様にして駆動手段25、26、27、28の変形をそれぞれ適切に制御することにより達成される。さらに、25、26、27、28の変形量をそれぞれ適切に制御すれば2次元走査領域内の任意の点へ光を偏向することが可能となる。

【0051】

なお、駆動手段25、26、27、28の制御における注意点は、第1実施形態の説明と同様であるので、ここでの説明は割愛する。

本発明の第3実施形態の光偏向器20は、上述したように、ミラー2の外周に沿ってそれぞれ同方向に1/4周して備えた4本の支持ビーム21、22、23、24でミラー2を支持し、各支持ビーム21、22、23、24の表面に電圧制御で伸縮変形動作をなす圧電薄膜51からなる駆動手段25、26、27、28を備えたものである。狭い領域においても支持ビームを長く形成することができるので、小さな駆動エネルギーで大きなミラー傾斜角を得ることができ、高効率な光偏向器を提供することができる。

【0052】

本発明の第3実施形態においてもその駆動手段21、22、23、24が圧電薄膜51である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。

また、本発明の光偏向器は、マイクロマシニング技術を適用して作製することができるため、1枚のウエハ内にマトリクス状に複数配列して形成することも可能であることから、複数の通信用光ファイバーの光路を切替えるためのクロスコネクト用光スイッチにも適用可能である。

【0053】

【発明の効果】

以上のように、本発明の光偏向器は、平板なミラーと、このミラーの外縁に一

端を接続した細長い支持ビームと、この支持ビームの表面の上下位置に備えられ、この支持ビームに上下方向の反り変形を生じさせる駆動手段と、を有した光偏向器であって、前記支持ビームは、前記ミラーの外縁に沿って備えられているので、狭い領域においても支持ビームを長く形成することができ、小さな駆動エネルギーでもって大きなミラー傾斜角を得るという、高効率の光偏向器を得ることができ。

また、本発明の光偏向器は、マイクロマシニング技術を適用して作成することができる所以小型化が容易であると共に、複数の光偏向器をマトリクス状に配置して形成した光通信用のクロスコネクトスイッチとして適用することができる。

さらにまた、ミラー中心に対して互いに対称の位置にある駆動手段に対して共にゼロまたは逆極性であって、かつ絶対値の等しい印加電界を与えることにより、ミラーに安定した回動動作を行わることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態の概略構成を示した斜視図である。

【図2】

本発明に適用される駆動手段の概略構成を示した分解斜視図である。

【図3】

光偏向器によって偏向された光の投影領域を示す図である。

【図4】

本発明の第1実施形態における光の偏向方向と各駆動手段の駆動状態との関係を説明するための図である。

【図5】

本発明の第2実施形態の概略構成を示した斜視図である。

【図6】

第2実施形態における光の偏向方向と各駆動手段の駆動状態との関係を説明するための図である。

【図7】

本発明の第3実施形態の概略構成を示した斜視図である。

【図8】

第3実施形態における光の偏向方向と各駆動手段の駆動状態との関係を説明するための図である。

【図9】

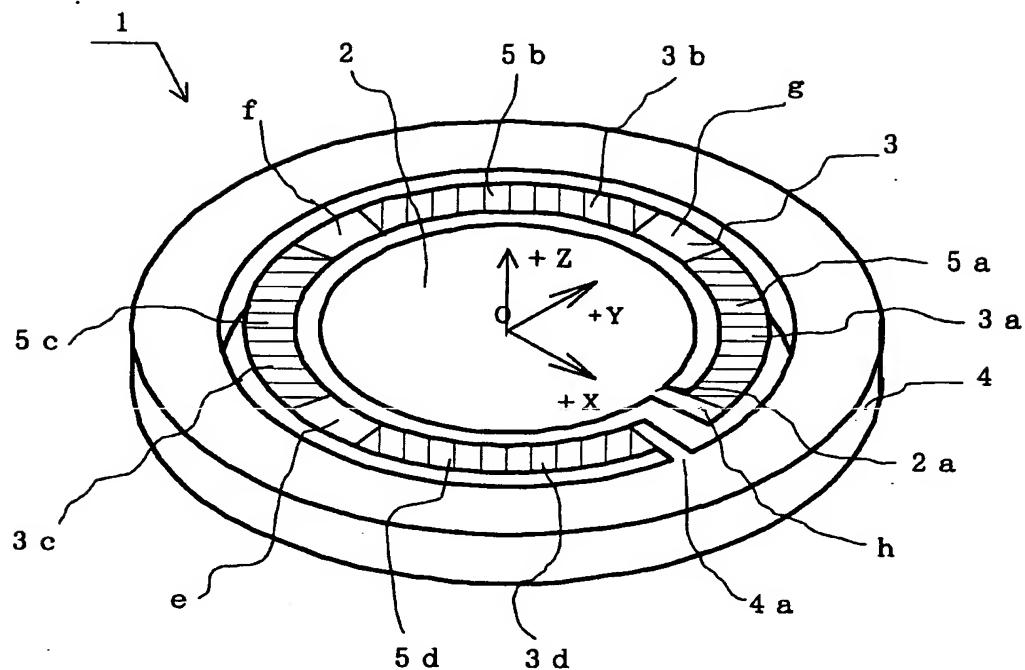
従来技術による光偏向器の概略斜視図である。

【符号の説明】

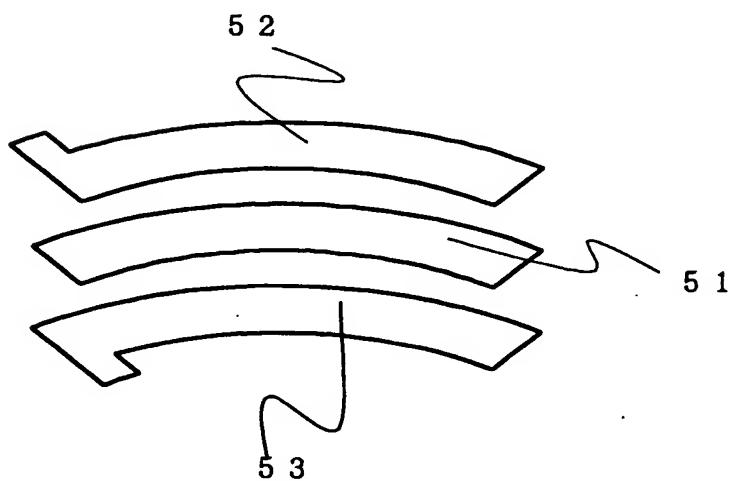
1, 10, 20…光偏向器、2…ミラー、2a, 2b, 2c, 2d…ミラー端部
、3, 11, 12, 21, 22, 23, 24…支持ビーム、4…枠部、5a, 5
b, 5c, 5d, 13a, 13b, 14a, 14b, 25, 26, 27, 28…
駆動手段

【書類名】 図面

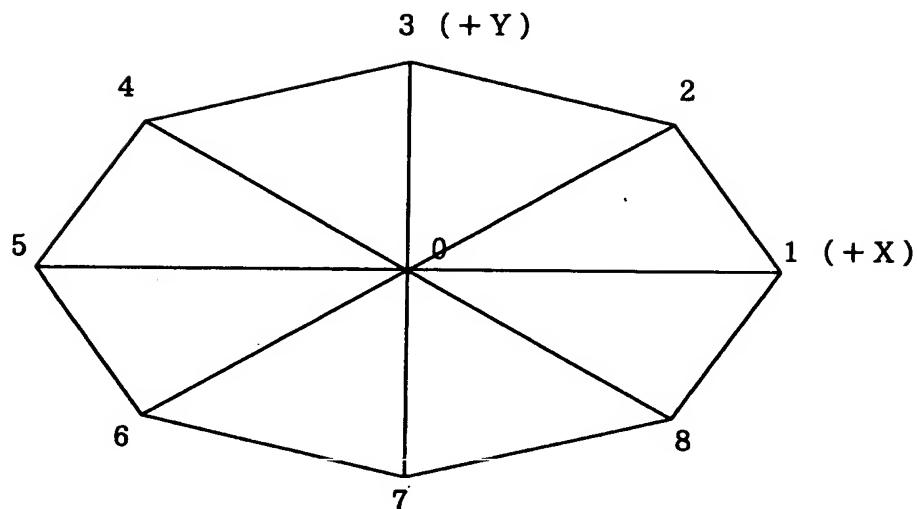
【図1】



【図2】



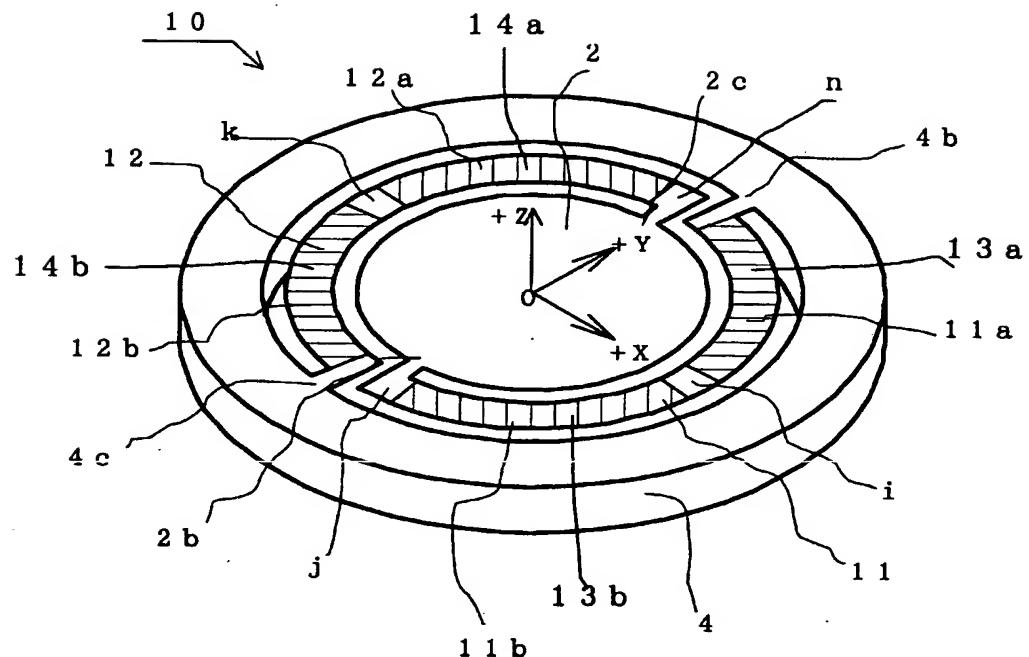
【図3】



【図4】

図3投影位置	1	2	3	4	5	6	7	8
	各駆動手段の駆動状態							
駆動手段 5 a	+1	0	-1	-1	-1	0	+1	+1
駆動手段 5 b	+1	+1	+1	0	-1	-1	-1	0
駆動手段 5 c	-1	0	+1	+1	+1	0	-1	-1
駆動手段 5 d	-1	-1	-1	0	+1	+1	+1	0

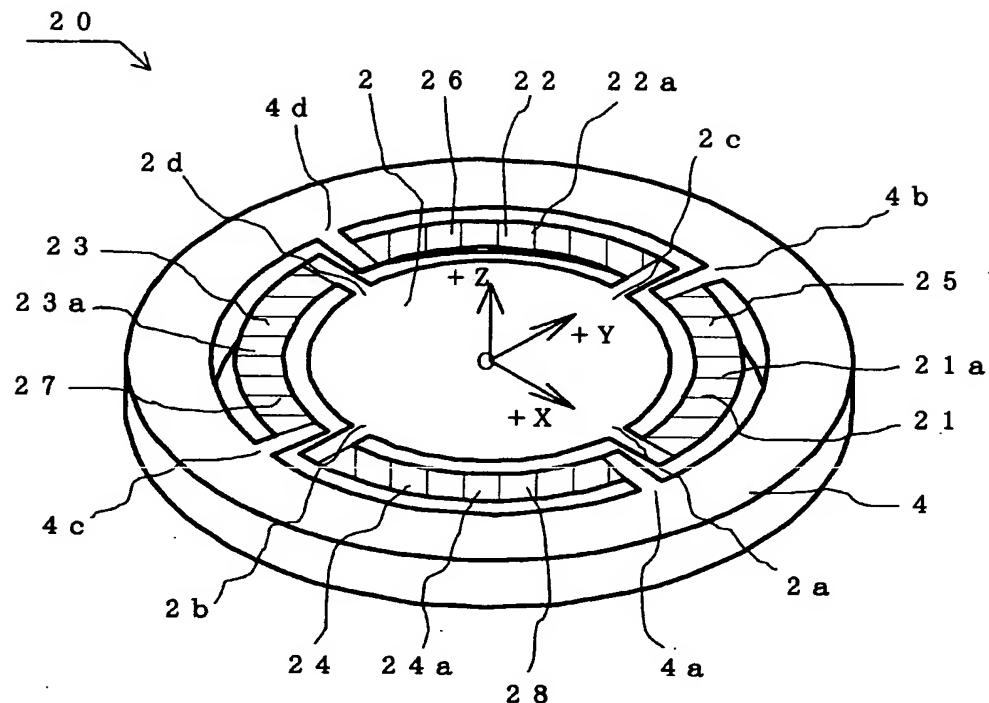
【図5】



【図6】

図3 投影位置	1	2	3	8
	駆動手段の駆動状態			
駆動手段 13a	+1	0	-1	+1
駆動手段 13b	-1	-1	-1	0
駆動手段 14a	+1	+1	+1	0
駆動手段 14b	-1	0	+1	-1

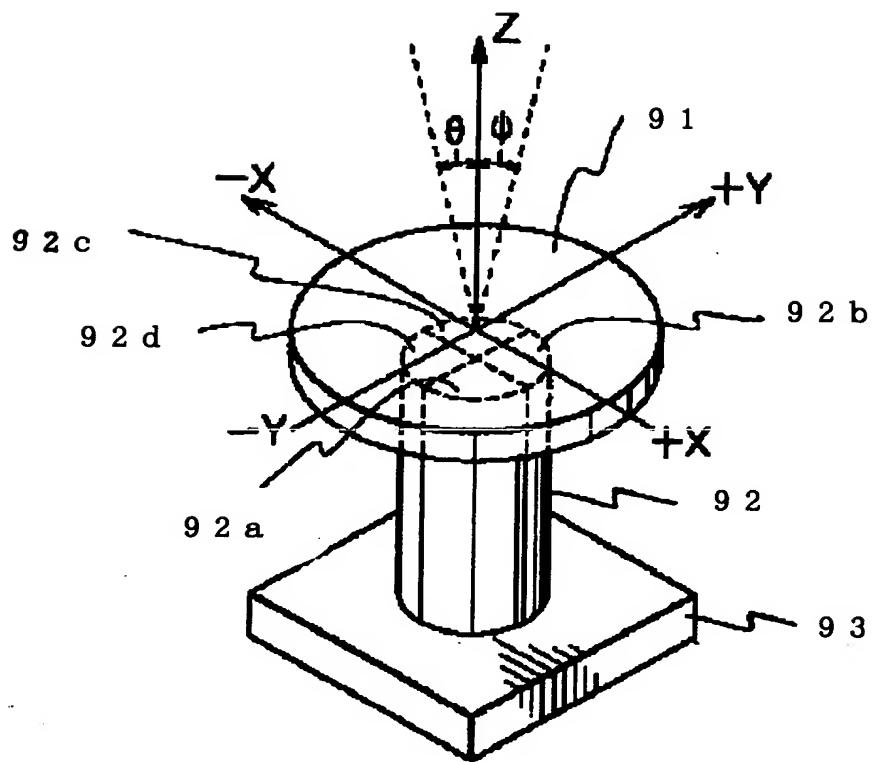
【図7】



【図8】

図3 投影位置	1	2	3	8
駆動手段の駆動状態				
駆動手段 25	+1	+1	0	+1
駆動手段 26	0	+1	+1	-1
駆動手段 27	-1	-1	0	-1
駆動手段 28	0	-1	-1	+1

【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マイクロマシニング技術を用いて作製することができる、小型で且つ少ないエネルギーでもって大きな偏向角の得られる光偏向器及びその駆動方法を提供するを提供する。

【解決手段】 平板なミラー2と、このミラー2の外縁に一端を接続した細長い支持ビーム3と、この支持ビーム3の表面の上下位置に備えられ、この支持ビーム3に上下方向の反り変形を生じさせる駆動手段5a、5b、5c、5dと、を有した光偏向器1であって、支持ビーム3は、ミラー2の外縁に沿って備えられている。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000004329]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
氏 名 日本ビクター株式会社